

## BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT

(10)  
(11)**Offenlegungsschrift 2161 456**(21)  
(22)  
(23)Aktenzeichen: P 21 61 456.2  
Anmeldetag: 10. Dezember 1971  
Offenlegungstag: 20. Juni 1973

Ausstellungsriorität: —

(30)  
(32)  
(33)  
(31)Unionspriorität  
Datum: —  
Land: —  
Aktenzeichen: —

(54)

Bezeichnung: Elektro-hydraulische Lenkeinrichtung

(61)  
(62)  
(71)Zusatz zu: —  
Ausscheidung aus: —  
Anmelder: Faun-Werke Kommunalfahrzeuge und Lastkraftwagen Karl Schmidt,  
8500 Nürnberg

Vertreter gem. § 16 PatG. —

(72)

Als Erfinder benannt: Conrad, Gerhard, 8562 Hersbruck

Prüfungsantrag gemäß § 28 b PatG ist gestellt

**DIPL.-ING. H. STEHMANN  
DIPL.-PHYS. DR. K. SCHWEINZER  
DIPL.-ING. DR. M. RAU  
PATENTANWÄLTE**

2161456

**85 NÜRNBERG 2  
ESSENWEINSTRASSE 4-6**  
TEL.: KANZLEI 0911/203727 / PRIVAT: 774306  
TELEGRAMM-ADRESSE: STEHPATENT  
TELEX 06-23136  
**BANKKONTEN:**  
DEUTSCHE BANK AG. NÜRNBERG BLZ 78070012  
KONTO NR. 341164  
**POSTSCHECKKONTO:** NÜRNBERG 67061

Nürnberg, den 10. Dez. 1971

18/Ka

Fa. Faun-Werke, Kommunalfahrzeuge und Lastkraftwagen Karl Schmidt,  
85 Nürnberg

=====

**"Elektro-hydraulische Lenkeinrichtung"**

=====

Die Erfindung betrifft eine elektro-hydraulische Lenkeinrichtung für Fahrzeuge, insbesondere für Knickgelenkfahrzeuge oder für Fahrzeuge mit zwei unabhängig voneinander zu bedienenden Lenkeinrichtungen.

Es ist bereits eine hydrostatische Lenkeinrichtung bekannt, bei der von einem Lenkrad ein Steuerventil direkt betätigt wird, das bei einem Lenkeinschlag einen von einer Ölpumpe geförderten Hydraulikstrom zu einem entsprechenden Lenkzylinder freigibt. Mit einem gelenkten Rad ist ein induktiver Messwertgeber oder ein Potentiometer verbunden, das bei einer Schwenkbewegung eines Rades ausgelenkt wird. Dieser Soll-Wert-Messwertgeber ist mit einem gleichartigen Ist-Messwertgeber verbunden, der mit einer der Lenksäule zugeordneten Zwischenwelle verbunden ist. Diese Zwischenwelle ist mit einem Steuerglied des Steuerventils drehfest und mit dem anderen Steuerglied drehweich verbunden. Bei einer Betätigung des Lenkrades und einer mit der dadurch hervorgerufenen Schwenkung der Räder verbundenen Verstellung des Soll-Wert-Messwertgebers wird von der durch die beiden Messwertgeber gebildeten Brücke ein Signal über einen Verstärker

309825/0505

*BAD ORIGINAL*

- 2 -

auf einen Stellmotor gegeben, der auf die Zwischenwelle einwirkt und damit das von der Lenksäule nicht betätigtes Steuerglied und den Ist-Wert-Geber nachführt. Ist auf diesem Wege ein Abgleich der Messbrücke herbeigeführt, schaltet der Stellmotor aus. Gleichzeitig ist das Steuerventil hierdurch wieder geschlossen, da das zweite Steuerglied relativ zum ersten Steuerglied in die Schließstellung gebracht ist (DT-OS 1 947 205).

Diese Lenkung weist den allen diesen bekannten hydraulischen Lenksystemen eigenen Nachteil auf, dass in der neutralen Stellung der Lenksäule ständig der gesamte Pumpenförderstrom zwischen der Pumpe und dem Ölvorratsbehälter umgewälzt wird. Bei Fahrzeugen mit hohen Lenkkräften sind Pumpenförderleistungen bis zu ca. 600 l/min erforderlich. Diese Ölmengen umzuwälzen bedeutet zusätzliche Ölerwärmung, unnötige Durchwirbelung und schnellere Alterung des Hydrauliköles. Außerdem wird bei derartigen hydraulischen Lenksystemen, die eine Ventilsteuerung aufweisen, zeitweise der Pumpenförderstrom beim Schalten der Steuerventile abgequetscht, wodurch z.T. beträchtliche Druckstöße im hydraulischen System auftreten. Dies bedeutet zusätzliche Ölerwärmung, erhöhten Verschleiss der Pumpe und der übrigen Steuerelemente.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine elektro-hydraulische Lenkeinrichtung so auszustalten, dass derartige Belastungen des Hydrauliksystems vermieden werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass ein mit einer Lenksäule gekoppelter Sollwertgeber und ein in Abhängigkeit von der Schwenkbewegung gelenkter Räder betätigter Istwertgeber zu einer eine reversierbare fördermengenregelbare

BAD ORIGINAL

Hydraulikpumpe steuernden Soll-Ist-Wertschaltung zusammengefasst sind, wobei die Hydraulikpumpe den oder die Lenkzylinder oder Schwenkantriebe direkt beaufschlagt.

Vorteilhafterweise sind in der Hydraulikleitung zwischen der Hydraulikpumpe und dem oder den Lenkzylindern bzw. Schwenkantrieben Vorspannventile zur Stabilisierung der Radstellung vorgesehen.

Mit dieser erfindungsgemässen Ausgestaltung wird erreicht, dass die Hydraulikpumpe selber als Steuerorgan für die Lenkzylinder bzw. Schwenkantriebe dient. Es wird also lediglich Drucköl gefördert, wenn bei Betätigung des Lenkrades eine Soll-Ist-Wert-Differenz zwischen den beiden Messwertgebern auftritt. Hierdurch ist es weiterhin möglich, die Hydraulikleitungen zwischen der reversierbaren fördermengenregelbaren Hydraulikpumpe und den Lenkzylindern bzw. Schwenkantrieben sehr kurz zu halten. Diese hydraulische Lenkung eignet sich daher besonders für Fahrzeuge, bei denen sehr grosse Lenkkräfte erforderlich sind, wie z.B. knickgelenkte Fahrzeuge, und für Fahrzeuge mit zwei unabhängig voneinander arbeitenden Lenkeinrichtungen, da zwischen den Lenksäulen und der Hydraulikpumpe nur Kabelführungen aber keine Hydraulikschläuche erforderlich sind. Eine solche Lenkung arbeitet auch selbstkorrigierend, da bei einer zwangsweisen Auslenkung der Räder, beispielsweise aufgrund von Strassenunebenheiten, aufgrund der auftretenden Soll-Ist-Wert-Differenz sofort ein entsprechender praktisch verzögerungsfrei wirkender, der Verstellung entgegenwirkender Hydraulikstrom zu dem oder den Lenkzylindern gefördert wird.

- 4 -

Durch zusätzlichen Einbau von Vorspannventilen direkt vor die Lenkzylinder bzw. Schwenkantriebe werden kleinere Stöße auf die Lenkung aufgenommen, ohne dass überhaupt eine wenn auch geringfügige Verstellung der Lenkung eintritt. Hierdurch wird also vermieden, dass die Lenkung zu elastisch ist.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung. In der Zeichnung zeigen

Fig. 1 eine Lenkeinrichtung gemäss der Erfindung bei einem knickgelenkten Fahrzeug,

Fig. 2 eine Lenkeinrichtung gemäss der Erfindung bei einem Fahrzeug mit Achsschenkellenkung,

Fig. 3 eine Lenkeinrichtung gemäss der Erfindung bei einem Fahrzeug mit einer gelenkten Vorder- und einer ge- lenkten Hinterachse und zwei entsprechenden Lenkrädern.

- 5 -

In Fig. 1 ist schematisch der Rahmen 1 einer Zugmaschine dargestellt, deren Hinterräder 2 nicht lenkbar sind, während deren Vorderräder 3 über eine Knickgelenkklenkung um ein Knickgelenk 4 schwenkbar am Rahmen 1 angebracht sind. Die Lenkbewegung erfolgt mittels zweier am Rahmen 1 einerseits und an der Achse 5 andererseits angebrachter hydraulischer Lenkzylinder 6 bzw. 7. Mit der Lenksäule 8 eines Lenkhandrades 9 ist ein Sollwert-Potentiometer 10 drehfest gekoppelt. Mit dem Knickgelenk 4 ist ein Istwert-Potentiometer 11 ebenfalls drehfest gekoppelt, das bei Schwenkbewegungen der Vorderräder 3 aus seiner Lage ausgelenkt wird.

Die Abgriffe 12 bzw. 13 dieser Potentiometer sind über einen Verstärker 14 auf ein elektromagnetisches Servoventil 15 geschaltet. Je nachdem, welches Potential eine Soll-Ist-Wert-Differenz hat, wird ein Ausgang 16 oder 17 dieses Servoventils 15 geöffnet, wodurch eine entsprechende Beaufschlagung eines hydraulischen Stellzylinders 18 erfolgt. Das Servoventil 15 und der Stellzylinder 18 sind in einen von einer Steuerdruckpumpe 19 gespeisten Steuerhydraulikkreis 20 geschaltet.

Von dem Stellzylinder 18 wird das Stellglied 21 einer regelbaren Axial- oder Radialkolbenpumpe 22 aus seiner Nullage herausgeschwenkt, sodass eine der beiden zu den Lenkzylindern 6 bzw. 7 führenden Hydraulikleitungen 23 bzw. 24 mit Drucköl beaufschlagt wird. Dies führt je nach dem, ob eine positive oder eine negative Soll- Ist-Wert-Differenz zwischen den Potentiometern 10 bzw. 11 besteht, dazu, dass der Lenkzylinder 6 auf Druck und der Lenkzylinder 7 auf Zug oder umgekehrt beansprucht werden, wodurch die Vorderräder 3 eine entsprechende Lenkbewegung ausführen. Die Lenkzylinder 6 bzw. 7 sind überkreuz geschaltet, d.h. die Hydraulikleitung 23 führt zur Druckkammer des Lenkzylinders 6 und zur Zugkammer des Lenkzylinders 7, während die

Hydraulikleitung 24 zur Druckkammer des Lenkzylinders 7 und zur Zugkammer des Lenkzylinders 6 führt. Die Pumpe 22 und die Steuerdruckpumpe 19 werden vom Fahrmotor 25 des Fahrzeugs angetrieben.

In die Hydraulikleitungen 23 bzw. 24 sind Rückschlagventile 26 geschaltet, die ein Rückströmen der Hydraulikflüssigkeit von den zugehörigen Kammern der Lenkzylinder 6 bzw. 7 zur Pumpe 22 verhindern. Parallel zu diesen Rückschlagventilen sind an die Hydraulikleitungen 23 bzw. 24 Vorspannventile 27 geschaltet, die so eingestellt sind, dass eine Rückströmung von Hydraulikflüssigkeit durch eine der Leitungen 23 bzw. 24 zur jeweiligen Saugseite der Pumpe 22 erst bei Überschreiten eines bestimmten Druckes möglich ist. Hierdurch wird die Lenkung gewissermassen eingespannt, sodass normale Fahrbahnstösse keine Auslenkung der Vorderräder 3 bewirken können. Werden solche Stösse so stark, dass das auf Druck belastete Vorspannventil 27 aufgeht, so bewirkt die damit verbundene Verstellung der Räder 3 eine Verstellung des Istwert-Potentiometers 11, was umgehend wiederum einen Regelvorgang der bereits beschriebenen Art auslöst, so dass sich die Lenkung selbst wieder - und zwar praktisch verzögerungsfrei - in die Sollage zurückbringt.

Zwischen die Hydraulikleitungen 23 und 24 ist ein Druckbegrenzungsventil 28 geschaltet, das über Rückschlagventile 29 mit diesen Hydraulikleitungen 23, 24 verbunden ist, die jeweils offen sind, wenn die entsprechende zugehörige Hydraulikleitung 23 oder 24 auf Druck belastet wird. Andererseits ist das Druckbegrenzungsventil 28 über eine Rücklaufleitung 30 mit einem Ölbehälter 31 verbunden. Die Rücklaufleitung 30 ist schliesslich noch über Rückschlagventile 32 mit den Hydraulikleitungen 23 bzw. 24 verbunden, die so angeordnet sind, dass sie bei Unterdruck auf einer der Leitungen 23 bzw. 24 offen sind.

Das Druckbegrenzungsventil 28 ist so eingestellt, dass es kurz vor der maximalen Belastbarkeit der Pumpe 22 bzw. der Leitungen 23, 24 oder der Lenkzylinder 6, 7 oder der Achse 5 bzw. der Räder 3 anspricht. Es dient dazu, eine Zerstörung oder Beschädigung des gesamten hydraulischen Systems und auch der damit gekoppelten mechanischen Teile zu verhindern, wenn beispielsweise bei einer völligen Blockierung der Vorderräder - wenn diese beispielsweise gegen eine Hauswand oder Mauer festliegen - eine Selbstzerstörung des hydraulischen Systems eintreten würde. Wenn in einem solchen Falle durch Drehen des Lenkrades 9 eine Soll- Ist-Wert-Differenz erzeugt wird und damit durch entsprechende Verstellung der Pumpe 22 in einer der Hydraulikleitungen 23 oder 24 ein übergrosser Druck aufgebaut würde, da eine Verstellung der Lenkzylinder nicht möglich ist, öffnet das Druckbegrenzungsventil 28 und gibt die geförderte Ölmenge im Kurzschluss über das entsprechende Rückschlagventil 32 an die saugseitige Hydraulikleitung 24 bzw. 23. Durch die Rücklaufleitung 30 können ausserdem Leckverluste des Kreislaufes ergänzt werden.

Durch entsprechende Wahl des Verstärkers 14 kann erreicht werden, dass die Auslenkung des Stellzylinders 18 und damit des Stellgliedes 21 der fördermengen-regelbaren Pumpe 22 und damit schliesslich deren Förderleistung direkt abhängig ist von dem Betrag der Soll- Ist- Wert-Differenz, sodass mit Abnehmen dieser Differenz vor dem Erreichen des Lenkungsendpunktes das Stellglied und damit die Förderleistung zurückgenommen wird. Hierdurch wird ein langsames Anfahren des Lenkungsendpunktes erreicht, was sich in einem weichen Lenkverhalten zeigt. Das Sollwert- und das Istwert-Potentiometer 10 bzw. 11 werden von einer gemeinsamen Gleichspannungsquelle 33 gespeist.

Die Steuerdruckpumpe 19 wird über ein Druckbegrenzungsventil 34 zum Ölbehälter 31 kurzgeschlossen, wenn wegen Fehlens einer Soll-Ist-Wert-Differenz beide Ausgänge 16 bzw. 17 des Servoventils 15 geschlossen sind.

Das Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 2 unterscheidet sich von dem gemäss Fig. 1 lediglich dadurch, dass anstelle einer Knickgelenklenkung eine Achsschenkellenkung vorgesehen ist. Hierbei sind die beiden Lenkzylinder 6, 7 durch einen auf die Spurstange 35 wirkenden doppeltwirkenden Lenkzylinder 36 ersetzt, dessen beide Kammern gleichen wirksamen Querschnitt haben, sodass die jeweils über eine Hydraulikleitung 23 bzw. 24 in eine Kammer gedrückte Ölmenge der aus der anderen Kammer herausgedrückten entspricht. Das Istwert-Potentiometer 11 ist zweckmässigerweise direkt mit einem Achsschenkelbolzen 37 verbunden.

In Fig. 3 ist eine Ausführungsform dargestellt, die sich von der in Fig. 2 dargestellten dadurch unterscheidet, dass Vorderräder 3 und Hinterräder 2 mittels einer Achsschenkellenkung lenkbar sind und dass vorn und hinten am Fahrzeug ein Lenkrad 9 bzw. 9' vorgesehen ist. Die Hinterräder 2 folgen über eine Gestängekupplung 38, die gegebenenfalls auch hydraulisch oder elektrisch ausgebildet sein kann, gegenläufig den Schwenkbewegungen der Vorderräder 3.

Mit den Lenksäulen 8 bzw. 8' der Lenkräder 9 bzw. 9' sind jeweils gleiche Sollwert-Potentiometer 10 bzw. 10' verbunden, die wahlweise über einen entsprechenden Schalter 39 mit dem Istwert-Potentiometer verbunden werden können, sodass das Fahrzeug entweder mittels des Lenkrades 9 oder des Lenkrades 9' an den beiden Enden des Fahrzeuges gelenkt werden kann.

Anstelle der Soll-Ist-Wert-Potentiometer 10, 11 können auch induktive Messwertgeber vorgesehen werden, sodass anstelle eines Spannungsvergleichs ein Stromvergleich erfolgt. Des weiteren kann die Regelung der fördermengenregelbaren Hydraulikpumpe 22 auch elektrisch oder pneumatisch vorgenommen werden. Statt der Lenkzylinder 6, 7 bzw. 36 können auch Ölmotoren als Schwenkantriebe verwendet werden.

Bei Verwendung von fördermengenregelbaren Radial- oder Axialkolbenpumpen, die in der Nullage des Stellgliedes 21 noch eine Leerlauffördermenge fördern, wobei eine solche Leerlauf-fördermenge höchstens 1 bis 3 % der Betriebsfördermenge ausmacht, ist an die Hydraulikleitung 23 bzw. 24, in die diese Leerlaufmenge gefördert wird, eine zum Ölbehälter 31 führende Leerlaufleitung anzuschliessen, in die ein Umlaufventil zu schalten ist, das bei Auftreten einer Soll-Ist-Wert-Differenz geschlossen wird. Die durch diese Leerlaufmenge aus der entsprechenden anderen Hydraulikleitung 24 bzw. 23 abgezogene Ölmenge wird dann ständig über die Rücklaufleitung 30 und das entsprechende Rückschlagventil 32 ersetzt.

Mit der Lenksäule 8, 8' kann ein Zahnraduntersetzungsgetriebe verbunden sein, an dessen Abtrieb das Potentiometer 10 bzw. 10' angeschlossen ist. Hierdurch kann erreicht werden, dass zum einen die Sollwert-Potentiometer 10, 10' und die Istwert-Potentiometer 11 völlig gleichartig ausgebildet werden und auch bei einer bestimmten Drehung des Lenkrades und einer entsprechenden zugeordneten Schwenkung der Räder um einen selbstverständlich sehr viel kleineren Winkel eine jeweils gleiche Drehung ausführen. Gegebenenfalls wird auch das Istwert-Potentiometer 11 über ein entsprechendes Getriebe angetrieben. Zum anderen kann hierdurch erreicht werden, dass dem doppelten vollen Lenkeinschlag der volle Abgriffsbereich

2161456

- 10 -

eines Potentiometers zugeordnet wird, wodurch die Regelgenauigkeit erheblich gesteigert werden kann.

- Ansprüche -

309825 / 0505

*M*

## A n s p r ü c h e

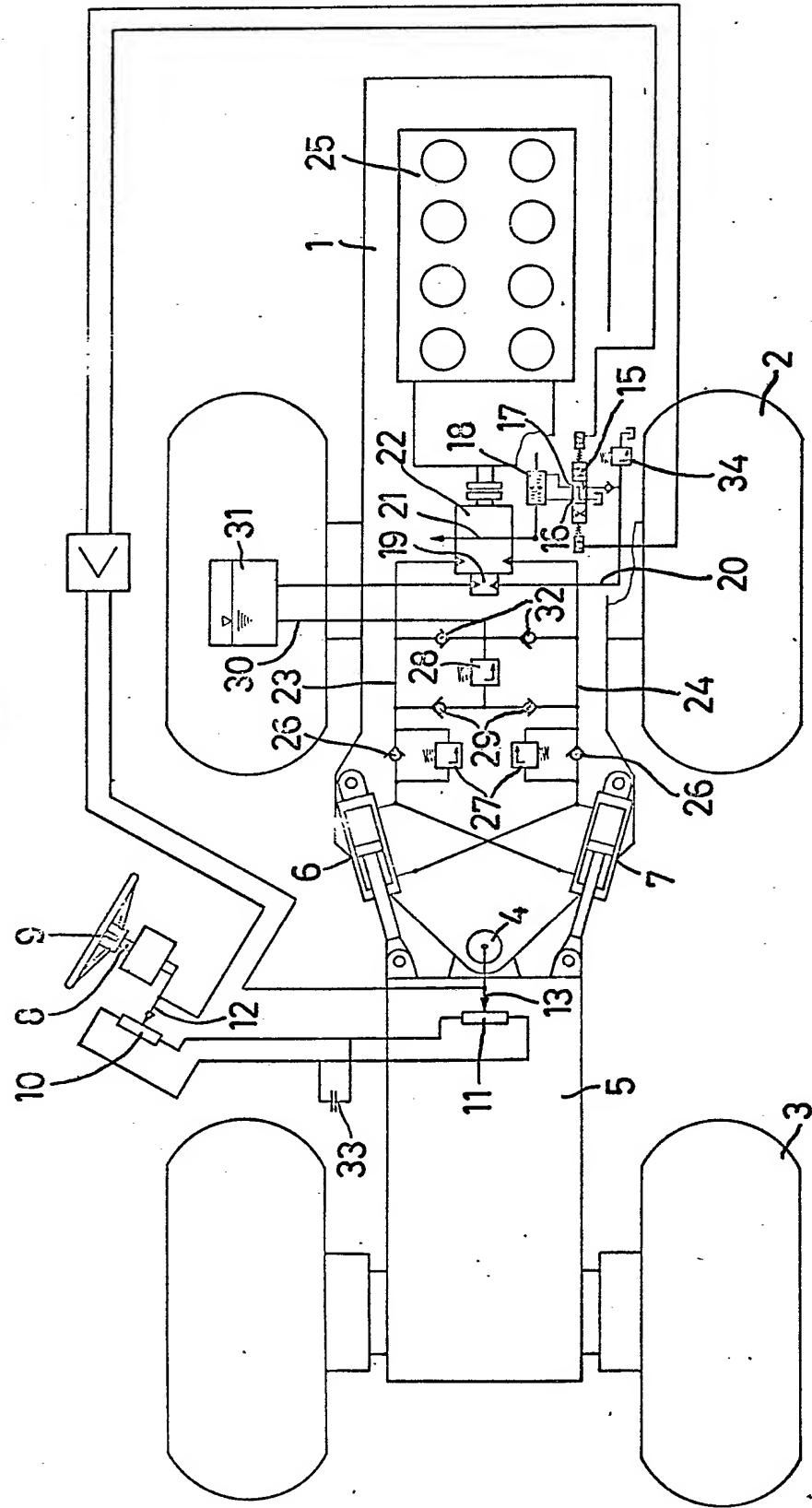
=====

- 1.) Elektro-hydraulische Lenkeinrichtung für Fahrzeuge, insbesondere für Knickgelenkfahrzeuge oder für Fahrzeuge mit zwei unabhängig voneinander zu bedienenden Lenkeinrichtungen, dadurch gekennzeichnet, dass ein mit einer Lenksäule (8, 8') gekoppelter Sollwertgeber (10, 10') und ein in Abhängigkeit von der Schwenkbewegung gelenkter Räder (2) betätigter Istwertgeber (11) zu einer eine reversierbare, fördermengenregelbare Hydraulikpumpe (22) steuernden Soll-Ist-Wertschaltung zusammengefasst sind, wobei die Hydraulikpumpe den oder die Lenkzylinder (6, 7; 36) oder Schwenkantriebe direkt beaufschlagt.
- 2.) Lenkeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in den Hydraulikleitungen (23, 24) zwischen der Hydraulikpumpe (22) und dem oder den Lenkzylindern (6, 7; 36) bzw. Schwenkantrieben Vorspannventile (27) zur Stabilisierung der Radstellung vorgesehen sind.
- 3.) Lenkeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass als Sollwertgeber (10, 10') und Istwertgeber (11) Potentiometer vorgesehen sind.
- 4.) Lenkeinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass einer bestimmten Drehung des Sollwertpotentiometers (10, 10') die gleiche Drehung des Istwertpotentiometers (11) zugeordnet ist.
- 5.) Lenkeinrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass der doppelte volle Lenkeinschlag dem vollen Abgriffsbereich der Potentiometer (10, 10'; 11) entspricht.

**Leerseite**

Fig. 1-3 eingegangen am 13.11.71  
-15-  
2161456

FIG. 1



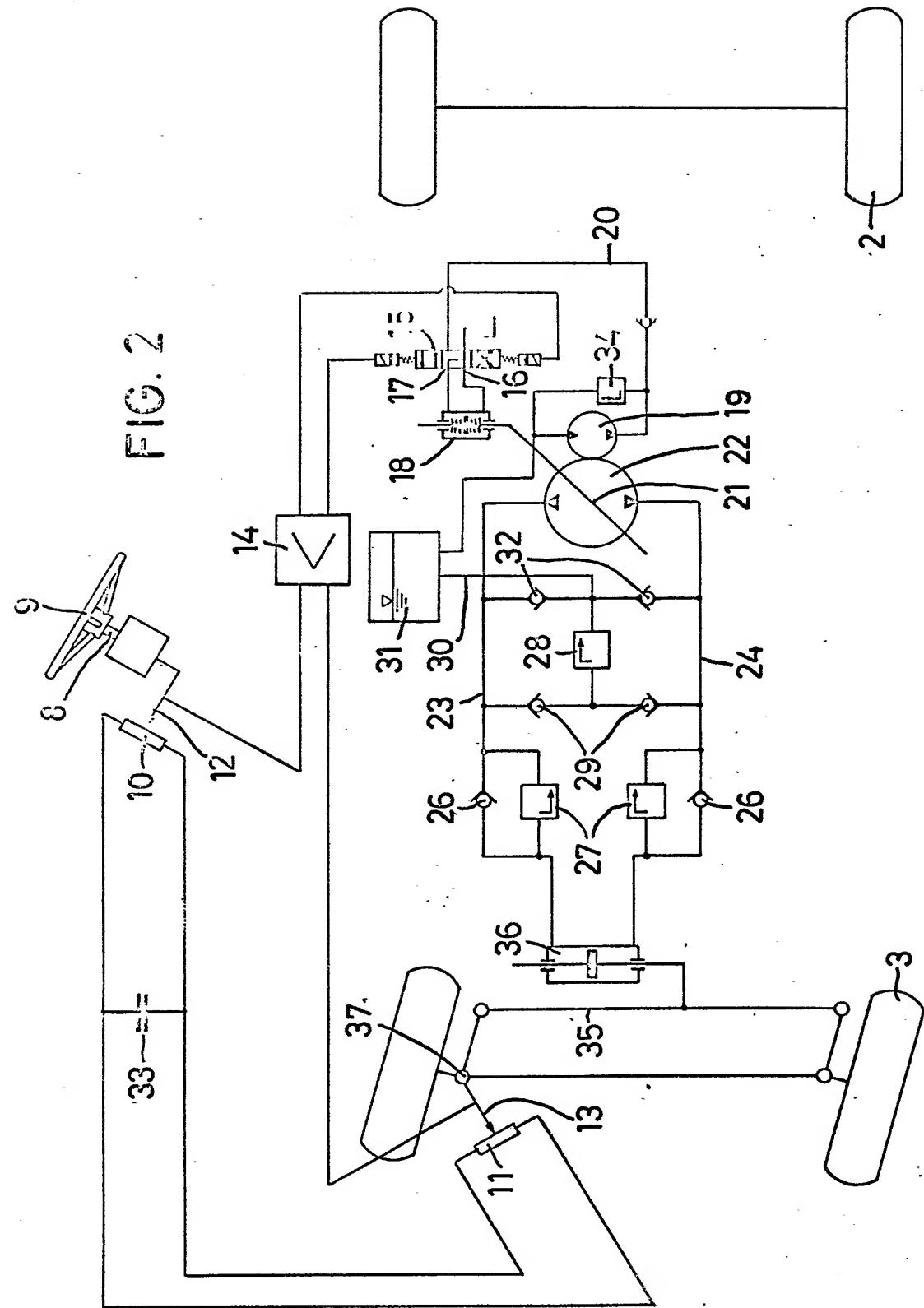
309875 / 0505

63 c 47 AT: 10.12.71 OT: 20.06.73

-13-

2161456

24

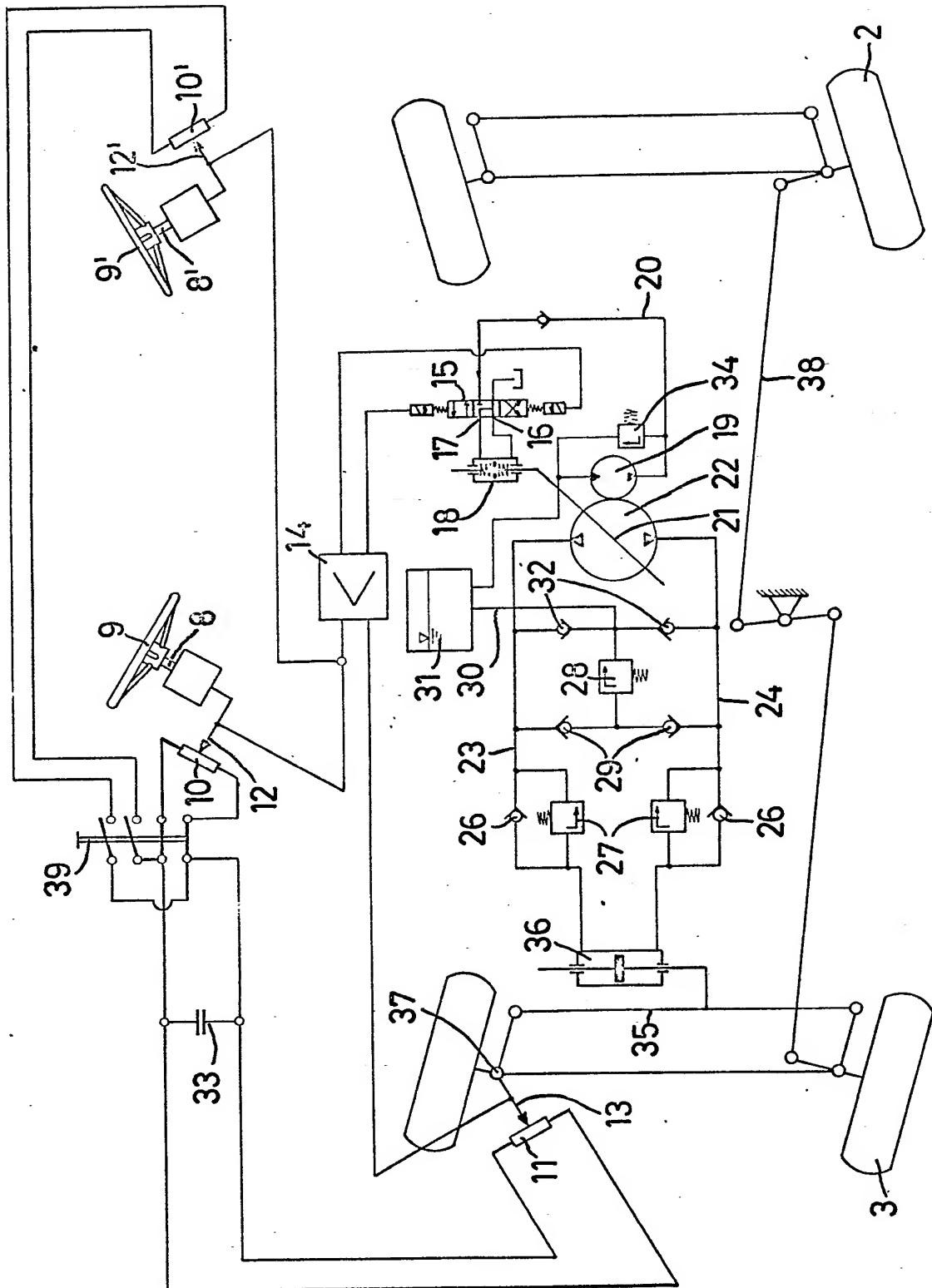


309825/0505

2161456

•14.

FIG. 3



309825 / 0505